



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA PODNIKATELSKÁ

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT

ÚSTAV INFORMATIKY

INSTITUTE OF INFORMATICS

**NÁVRH STRUKTUROVANÉ DATOVÉ KABELÁŽE PRO
HOTEL**

STRUCTURED CABLING SYSTEM DESIGN FOR HOTEL

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Lukáš Novák

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Petr Sedlák

BRNO 2019

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav informatiky
Student: **Lukáš Novák**
Studijní program: Systémové inženýrství a informatika
Studijní obor: Manažerská informatika
Vedoucí práce: **Ing. Petr Sedlák**
Akademický rok: 2018/19

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně zadává bakalářskou práci s názvem:

Návrh strukturované datové kabeláže pro hotel

Charakteristika problematiky úkolu:

Úvod
Vymezení problému a cíle práce
Teoretická východiska práce
Analýza současného stavu
Vlastní návrh řešení a přínos návrhu řešení
Závěr
Seznam použité literatury
Přílohy

Cíle, kterých má být dosaženo:

Cílem bakalářské práce je návrh strukturované datové kabeláže s požadavky na bezpečnost, spolehlivost a modularitu pro budovu hotelu Pentagon. Hotel Pentagon je nová stavba s dokončenou hrubou stavbou. V plném provozu bude schopen ubytovat až 104 hostů a obsloužit až 50 hostů v hotelové restauraci.

Požadavkem investora je návrh strukturované datové kabeláže schopné spolehlivě obsloužit plnou kapacitu hotelu a veškerá jeho provozní zařízení. Kromě základního pokrytí WiFi sítí přístupnou hostům hotelu, bude kabeláž obsluhovat elektronická přístupová zařízení k obsluze dveří, IP kamery a telefony.

Základní literární prameny:

HANUŠOVÁ, H. Vnitropodnikové účetnictví. 1. vyd. Brno: CERM, 2007. 120 s. ISBN 978-80-2-4-3373-1.

HEBÁK, P. a J. HUSTOPECKÝ. Vícerozměrné statistické metody. 2. vyd. Praha: Informatorium, 2007. 253 s. ISBN 978-80-7333-056-9.

HINDLS, R., S. HRONOVÁ a J. SEGER. Statistika pro ekonomy. 5. vyd. Praha: Professional Publishing, 2004. 415 s. ISBN 80-86419-59-2.

JORDÁN, V. a V. ONDRÁK. Infrastruktura komunikačních systémů I: univerzální kabelážní systémy. 2. rozš. vyd. Brno: CERM, Akademické nakladatelství, 2015. ISBN 978-80-214-5115-5.

RŮČKOVÁ, P. Finanční analýza-metody, ukazatele, využití v praxi. 3. vyd. Praha: GRADA Publishing, 2010. 144 s. ISBN 978-80-247-3308-1.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2018/19

V Brně dne 28.2.2019

L. S.

doc. RNDr. Bedřich Půža, CSc.
ředitel

doc. Ing. et Ing. Stanislav Škapa, Ph.D.
děkan

Abstrakt

Práce se zabývá návrhem strukturované kabeláže v komerčním objektu hotelu Pentagon. Návrh řeší uložení horizontálního a páteřního vedení v rámci prostor novostavby za použití metalických a optických kabeláží. Návrh neřeší samotné aktivní prvky pouze jejich doporučené zapojení. V práci je řešena taktéž finanční stránka návrhu, a to formou kompletního rozpočtu.

Klíčová slova

cat. 6A, komunikační infrastruktura, LAN, optická kabeláž, svařené páry, strukturovaná kabeláž, UTP

Abstract

This thesis deals with a proposal of structured cabling in a business object of Pentagon Hotel. The proposal addresses the use of horizontal and backbone infrastructure of the building using both metallic and fiber wires. The proposal does not deal with active parts of the network, it addresses just their recommended connection. The thesis also deals with the financial aspect of the proposal in the form of a complete budget.

Keywords

cat. 6A, communication infrastructure, LAN, fiber optics, bounden pair, structured cabling, UTP

Bibliografická citace

NOVÁK, Lukáš. *Návrh strukturované datové kabeláže pro hotel* [online]. Brno, 2019 [cit. 2019-05-11]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/119894>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, Ústav informatiky. Vedoucí práce Petr Sedlák.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že předložená bakalářská práce je původní a zpracoval jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem ve své práci neporušil autorská práva (ve smyslu Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

V Brně dne 13. května 2019

.....

podpis

Poděkování

V první řadě chci poděkovat panu Ing. Petru Sedlákoví za to, že se ujal role vedoucího mé práce a společně s Ing. Vilémem Jordánem mi poskytli cenné rady a čas. Jen díky nim mě škola poprvé v životě bavila.

OBSAH

ÚVOD.....	11
CÍLE PRÁCE, METODY A POSTUPY ZPRACOVÁNÍ.....	12
1 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE.....	13
1.1 Počítačová síť.....	13
1.2 Dělení sítí.....	13
1.2.1 Dle rozsahu.....	13
1.2.2 Dle topologie.....	14
1.2.3 Síťová architektura.....	16
1.2.4 Referenční model ISO/OSI.....	16
1.2.5 Architektura TCP/IP.....	17
1.2.6 Ethernet.....	17
1.3 Komunikační infrastruktura.....	18
1.3.1 Univerzální kabelážní systém.....	18
1.3.2 Normy komunikační infrastruktury.....	19
1.3.3 Základní pojmy.....	19
1.3.4 Sekce kabelážního systému.....	20
1.3.5 Přenosové prostředí.....	21
1.3.6 Prvky konektivity.....	22
1.3.7 Prvky vedení kabeláže.....	23
1.3.8 Prvky organizace kabeláže.....	23
1.3.9 Prvky značení kabeláže.....	24
2 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU.....	26
2.1 Popis budovy hotelu Pentagon.....	26
2.1.1 Tvar a architektonické řešení.....	26

2.1.2	Svislé a vodorovné konstrukce	26
2.1.3	Výtahy a schodiště	27
2.1.4	Popis místností	27
2.2	Celkové zhodnocení stavebních příprav	29
3	NÁVRH STRUKTUROVANÉ DATOVÉ KABELÁŽE.....	30
3.1	Požadavky investora.....	30
3.2	Návrh sítě	30
3.2.1	Návrh počtu a umístění portů.....	31
3.2.2	Návrh topologie sítě.....	32
3.2.3	Návrh páteřních tras	32
3.2.4	Návrh redundance	32
3.2.5	Návrh technologie přenosu	32
3.3	Návrh zapojení aktivních prvků	33
3.3.1	Rozvržení portů aktivních prvků	33
3.3.2	Výpočty šířky pásma pro pracovní stanice	33
3.4	Kabelové trasy.....	34
3.4.1	Návrh páteřních tras	34
3.4.2	Návrh horizontálních tras.....	35
3.5	Kabeláž.....	35
3.5.1	Páteřní vedení	35
3.5.2	Horizontální sekce	36
3.6	Spojovací prvky	37
3.6.1	Konektor	37
3.6.2	Datové zásuvky.....	39
3.6.3	Propojovací panel	40
3.7	Prvky vedení kabeláže.....	42

3.7.1	Zavěšený plný, kovový žlab s víkem.....	42
3.7.2	Korugované ochranné trubky.....	44
3.8	Prvky organizace.....	44
3.8.1	Datové rozvaděče a organizéry.....	44
3.9	Návrh značení.....	46
3.10	Požadavek na odbornost instalační firmy.....	47
3.11	Ekonomické zhodnocení	48
3.11.1	Rozpočet	50
3.12	Přínos návrhů.....	51
ZÁVĚR		53
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY		54
SEZNAM OBRÁZKŮ		55
SEZNAM TABULEK		56
SEZNAM PŘÍLOH.....		57

ÚVOD

Ve své bakalářské práci popisuji návrh řešení jednotného komunikačního systému hotelu Pentagon. Bakalářská práce se skládá z teoretické a praktické části.

Teoretická část má za úkol přiblížit terminologii a teorii o kterou se opírá praktická část.

Pro méně znalé čtenáře slouží jako úvod do problematiky komunikační infrastruktury.

Praktická část řeší samotný návrh realizace celého jednotného komunikačního systému.

V návrhu je kladen důraz především na bezpečnost, spolehlivost a modularitu celého systému. Jednotný komunikační systém bude pracovat na přenosové platformě gigabit ethernet s možností budoucí migrace na vyšší rychlost. Trasy horizontální vrstvy jsou v návrhu uzpůsobeny pro možnou změnu konfigurace jednotlivých pracovišť.

CÍLE PRÁCE, METODY A POSTUPY ZPRACOVÁNÍ

Cílem bakalářské práce je návrh strukturované datové kabeláže s požadavky na bezpečnost, spolehlivost a modularitu pro budovu Hotelu Pentagon. Hotel Pentagon je nová stavba s dokončenou hrubou stavbou. V plném provozu bude schopen ubytovat až 104 hostů a obsloužit až 50 hostů v hotelové restauraci.

Požadavkem investora je návrh strukturované datové kabeláže schopné spolehlivě obsloužit plnou kapacitu hotelu a veškerá jeho provozní zařízení. Kromě základního pokrytí WiFi sítí přístupnou hostům hotelu, bude kabeláž obsluhovat elektronická přístupová zařízení k obsluze dveří, IP kamery, IP telefony a IP televizi.

Pro vytvoření projektové dokumentace byly použity programy MS Excel, Autodesk AutoCAD a ArchiCAD.

1 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE

V této kapitole si přiblížíme základní teoretické znalosti, ze kterých budeme dále v práci vycházet. Důležité budou zejména topologie sítě, ISO/OSI model a TCP/IP protokol.

1.1 Počítačová síť

Počítačová síť vzniká v okamžiku propojení alespoň dvou počítačů. Dnes se nachází v každé domácnosti a prakticky na každém pracovišti. S příchodem inteligentních domů a inteligentních spotřebičů se počítačová síť stává nedílnou součástí našeho každodenního života.

1.2 Dělení sítí

Počítačové sítě lze dělit podle různých kritérií. Pro snazší pochopení práce si blíže rozebereme dva druhy rozdělení počítačových sítí, a to dělení počítačové sítě podle rozsahu a topologie.

1.2.1 Dle rozsahu

Dle rozsahu dělíme sítě na tři nejběžnější skupiny. Jedná se o skupiny LAN, WAN a MAN.

LAN (*Local area network*) jedná se o blízkou pracovní skupinu. Obvykle vnitropodniková síť nebo její část, domácí síť. Z hlediska rozsahu se jedná o síť nejmenší a současně nejběžnější (1).

WAN (*Wide area network*) rozsahem převyšuje síť LAN. Síť WAN obvykle propojují jednotlivé oblasti sítí LAN. Využívají je například velké výrobní podniky nebo menší poskytovatelé internetu. Propojení v rámci sítě WAN je nejčastěji realizováno pomocí optických kabelů anebo typicky pro oblasti venkova a menších městeček za pomoci výkonných bezdrátových vysílačů (1).

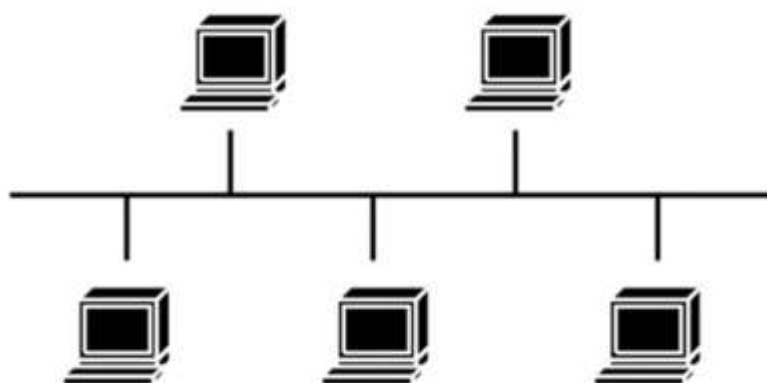
MAN (*Metropolitan area network*) běžně využívána pro komunikaci mezi pobočkami v rámci města, kraje nebo i celého státu (1).

PAN (*Personal area network*) nejedná se o běžně používaný pojem, protože zahrnuje pouze nejbližší okolí uživatele. Do této kategorie lze zařadit například spojení mobilního telefonu s osobním počítačem pomocí Bluetooth (1).

1.2.2 Dle topologie

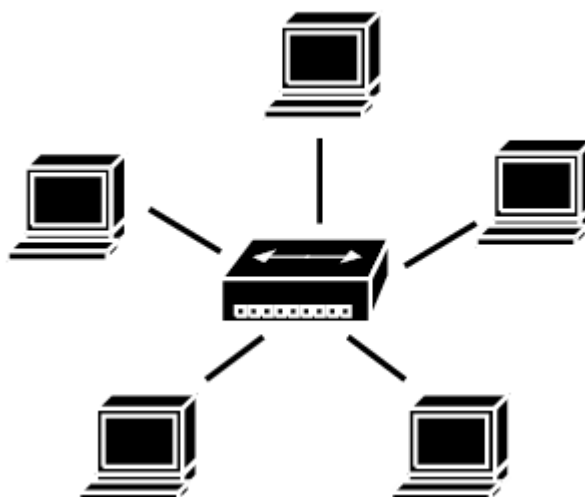
Topologie sítě znamená, jak jsou jednotlivé počítače v síti zapojeny. Může být fyzická nebo dle logická. V práci budeme řešit pouze topologie fyzické. Rozlišujeme 3 základní topologie sběrnice, jmenovitě hvězda, kruh a polynom (2).

Topologie sběrnice, nebo také bus, je propojení počítačů za sebou. V praxi se již dnes nepoužívá, neboť nesplňuje základní požadavky na spolehlivost. Celou síť vyřadí jakákoliv porucha na vedení nebo na některém z aktivních prvků. Její jedinou výhodou je nízká cena za kabeláž, neboť jednotlivé počítače lze propojit jedním kabelem a pomocí T-konektorů. Nejčastěji se pro tyto instalace používaly koaxiální kabely (2).



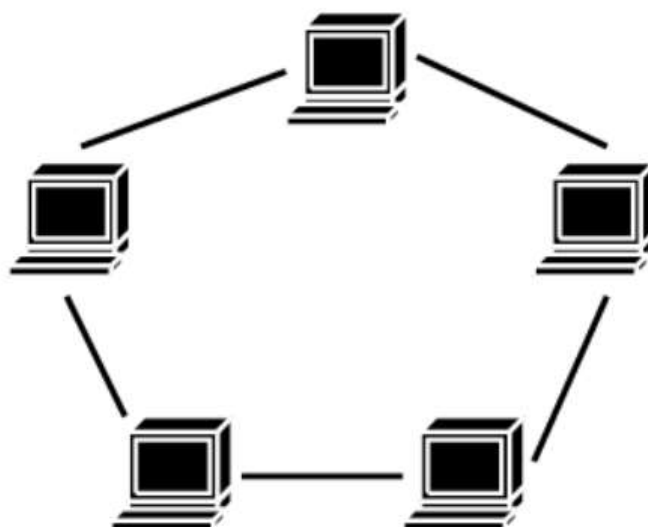
Obrázek č. 1: Schéma topologie Sběrnice (Zdorj: 5)

Topologie hvězda, dnes nejběžněji používaná topologie. Nabízí vyvážený poměr ceny ku spolehlivosti. Každá pracovní stanice nebo jiný koncový bod je propojen vlastní samostatnou linkou s uzlem. Nejčastěji se jedná o switch, proto při poruše dojde k vyřazení pouze jedné linky a ne celé sítě, jako u topologie sběrnice (2).



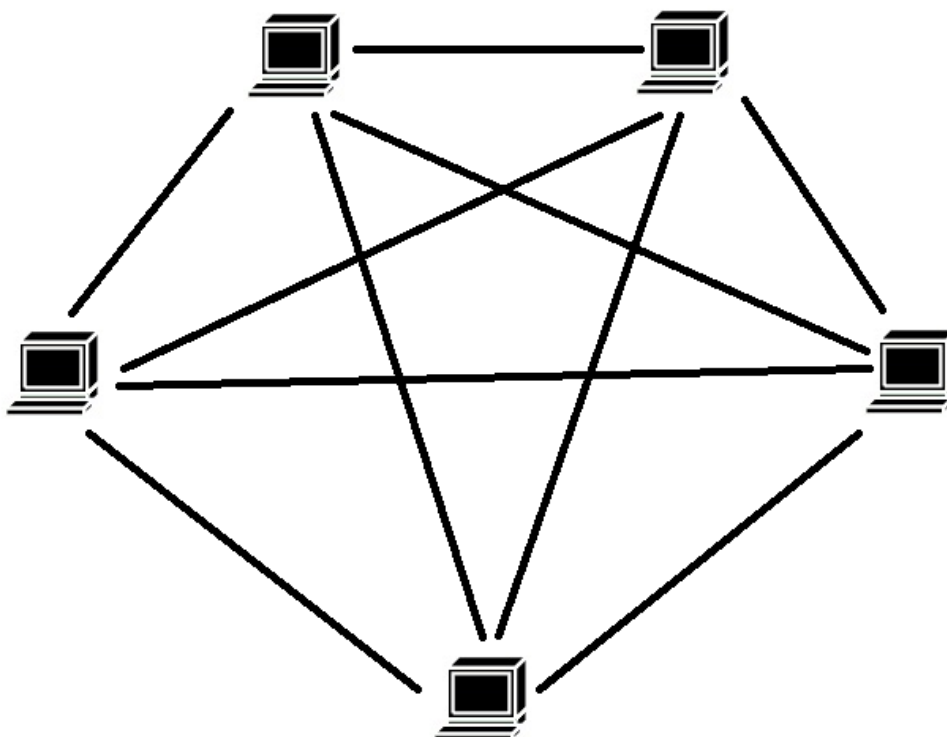
Obrázek č. 2: Schéma topologie hvězda (Zdroj: 5)

Topologie Kruh, využití tohoto typu propojení je obvyklé pro počítačové sítě využívající redundantní propojení (nouzové propojení v případě poruchy). V běžné praxi se lze setkat s touto topologií u zařízení vyžadující neustálý dohled a nepřetržitý provoz, například výrobní podniky. Zde při poruše běžné linky (bez redundancí) může dojít k přerušení výroby a k velkým ztrátám. Při využití redundantních linek nebo propojení pracovních stanic do kruhu (úplně ideálně užití obou opatření) může komunikace probíhat přes nouzové linky a nedojde k výpadku řízení. Topologie dražší na pořízení, ale může ušetřit řádově větší prostředky při sanaci případných škod (2).



Obrázek č. 3: Schéma topologie kruh (Zdroj: 5)

Polynom vzniká, když aplikujeme na kruhovou topologie další redundantní linky, tedy propojíme uzly mezi sebou. V případě že propojíme každý uzel s každým uzlem, vznikne úplný polynom. Pokud je propojení jen částečné, vzniká neúplný polynom. Nejdražší varianta z výše uvedených topologií, ovšem při správné instalaci i nejspolehlivější. Opět příkladem mohou být výrobní podniky nebo elektrárny či jiná velmi důležitá zařízení (2).



Obrázek č. 4: Schéma topologie polynom (Zdroj: 5)

1.2.3 Síťová architektura

Síťová architektura dává komunikaci řád pro správné předávání dat. Jednotlivé dílčí úkony se rozdělují mezi vrstvy, kde každá vrstva provádí jinou činnost a výsledkem toho je předání informace. Tento model dělení se nazývá referenční ISO/OSI model a je odpovědný za kompletní předání informace (2).

1.2.4 Referenční model ISO/OSI

Jak se počítačové sítě rozšiřovaly, objevovali se na trhu také noví výrobci. Každý výrobce však uzpůsoboval síťovou komunikaci pouze pro své výrobky, a proto bylo velice obtížné, ne-li často nemožné, propojovat zařízení různých výrobců. V 80. letech 20. století vnesla řád do síťové komunikace společnost ISO svým referenčním OSI (*Open System Interconnection*) modelem. Model se skládá ze sedmi vrstev. Každá vrstva

funguje zcela samostatně, ale jen společně dokáží předat kompletní informaci. První čtyři vrstvy jsou specializovány na přenos, zbylé tři slouží pro aplikace (2).

Tabulka č. 1: Schéma referenčního OSI modelu s členěním na vrstvy (Zdroj: vlastní zpracování dle 2)

TCP/IP	Model ISO/OSI
Aplikační vrstva	Aplikační vrstva
	Prezenční vrstva
	Relační vrstva
Transportní vrstva	
IP Vrstva	Síťová vrstva
Vrstva síťové rozhraní	Linková vrstva
	Fyzická vrstva

Datová kabeláž tvoří první, fyzickou vrstvu. Jejím úkolem je přenos elektrických impulzů neboli signálu.

1.2.5 Architektura TCP/IP

IP (*Internet protocol*) jedná se o základní protokol pracující na síťové vrstvě OSI modelu. IP protokol poskytuje službu ve formě přenosu datagramů pro různé skupiny TCP/IP protokolů. Neposkytuje záruku na přenos dat, pouze rozlišuje jednotlivá síťová rozhraní a je zodpovědný za směrování datagramů ze zdrojového počítače přes jednu nebo více IP sítí až do cíle (3).

TCP (*Transmission Control Protocol*) Protokol transportní vrstvy OSI modelu, který je spojově orientovaný se spolehlivým doručováním. Využívá služeb IP protokolu při vytváření spojení mezi počítači propojenými v síti. Rozlišuje data pro různé současně běžící aplikace na témže počítači. Spolehlivost zajišťuje opakovaným odesíláním datových paketů, pokud dojde k jejich ztrátě. Správného pořadí je pak dosaženo seřazením příchozích dat podle příslušné identifikační značky v těle protokolu (3).

1.2.6 Ethernet

Ethernet využívá pro adresování fyzickou adresu MAC (*Media Access Control*). Pro svou univerzalitu je nejrozšířenější architekturou pro fyzickou a linkovou vrstvu. Délka MAC adresy je 48bitů a zapisuje se v hexadecimální soustavě (3).

S vývojem technologií a jejich požadavků na přenos dat vznikaly různé verze Ethernetu. Původní Ethernet dosahoval v LAN sítích rychlosti 10Mb/s. Náročnost aplikací na internetové připojení si vynutilo novou architekturu. Byl to model Fast Ethernet, který se pohyboval v rychlostech 100 Mb/s a již mu nestačil koaxiální kabel. Masově se tak začaly rozšiřovat konstrukce párové datové kabeláže, nejdříve čistě kroucené a následně i svařené kroucené páry. Následující Gigabit Ethernet je standardem pro přenosovou rychlost 1 Gb/s. S Gigabit Ethernetem již přišla potřeba využívat i optické kabely, převážně na páteřním vedení. Gigabit Ethernet s sebou však přinesl evoluci i v rámci pracovního vedení, a to v podobě „Fiber to desk“ technologie propojující celý kanál pomocí optických kabelů. Standard, který je vhodný pro sítě většího rozsahu než LAN nebo sítě s vysokou zátěží, například mnoho současně spuštěných datově náročných aplikací, je 10 Gigabit Ethernet. Poslední generací Ethernet rodiny je 100 Gigabit Ethernet s rychlostí dosahující 100Gb/s. Pro tyto aplikace je již metalická kabeláž nedostačující (4).

1.3 Komunikační infrastruktura

Komunikace mezi počítači spočívá ve výměně dat v podobě elektrických nebo světelných impulzů. Veškeré technické prostředky, které tuto výměnu informací zajišťují se souhrnně označují Komunikační infrastruktura. V rámci fyzického přenosu informace mluvíme o kabelážním systému, který umožňuje přenos dat v rámci místnosti či dokonce celého kontinentu (2).

1.3.1 Univerzální kabelážní systém

Kabelážní systémy se dělí do dvou skupin, univerzální a jednoúčelové. Tato práce se bude zabývat univerzálním kabelážním systémem. Jednoúčelové kabelážní systémy jsou navrženy vždy tak, aby plnily jeden konkrétní účel. Obvykle starší televizní přijímače využívaly koaxiální kabely a přenášel se vždy signál z antény do televizoru.

Univerzální kabeláž nemusí mít pouze jeden účel, lze ji využívat různým způsobem. Propojuje zařízení A se zařízením B, s tím že nezáleží na tom, co které zařízení dělá. Stejná kabeláž je tedy schopna plně obsluhovat IP kamery nebo IP telefonii nebo prostě jen zprostředkovat obecný přenos dat, audio a video signál (2).

1.3.2 Normy komunikační infrastruktury

Normy, kterými se řídí návrh komunikační infrastruktury zaručují, aby komunikační infrastruktura mohla být certifikována a bez problémů komunikovala s jakýmkoliv jiným počítačovým systémem na světě. Normy jsou členěny na mezinárodní, které se dále větví na americké a evropské. Pod evropské normy spadají normy národní (2). Důležité normy pro návrh univerzální kabeláže jsou následující:

ISO IEC IS 11801 – mezinárodní norma pro univerzální kabelážní systém

ČSN EN50173-1 – všeobecné požadavky pro univerzální kabelážní systémy

ČSN EN 50173-2 – norma pro kancelářské prostory spadající pod univerzální kabelážní systém

ČSN EN 50173-4 – norma pro obytné prostory spadající pod univerzální kabelážní systém

ČSN EN 50173-5 – norma pro datová centra spadající pod univerzální kabelážní systém

ČSN EN 50173-6 – norma pro distribuované služby v budovách spadající pod univerzální kabelážní systém

ČSN EN 50174-1 – norma pro specifikaci a zabezpečení kvality instalace kabelových rozvodů

ČSN EN 50174-2 – norma pro plánování a postupy instalace v budovách spadající pod instalaci kabelových rozvodů

1.3.3 Základní pojmy

V následujících pojmech budeme používat slovní spojení „maximální délka elektrického vedení“, myslí se tím délka nejvíce zkrouceného páru, tedy opticky nejkratšího ze všech párů kabelu (2).

Linka – je jinak řečeno kabel, spojující bez přerušení 2 body. Jedná se například o trasu začínající v patch panelu a končící v datové zásuvce. Maximální délka je 90 m elektrického vedení (2).

Kanál – úsek kabeláže tvořen linkou a pracovním vedením. Jinak řečeno, propojovací kabel, linka a opět propojovací kabel, který spojuje zásuvku s pracovní stanicí. Maximální délka je 100 m elektrického vedení (2).

Kategorie – klasifikuje parametry materiálu u linek a kanálů, především pak kmitočet (MHz). Značení je následující: Cat. 3, 4, 5, 6, 6A, 7, 7A. U optických kanálů klasifikujeme měrný útlum (2).

Třída – klasifikuje parametry instalovaného celku linky nebo kanálu i preciznost a použité technologie při instalaci. Značí se: třída A, B, C, D, E, EA, F a rozlišovací kritérium je též kmitočet (MHz), stejně jako u kategorie (2).

Datový rozvaděč – objekt, obvykle označován pojmem „rack“, ve kterém jsou umístěna různá zařízení jako například aktivní prvky, přepojovací panely (tzv. patch panely) a v neposlední řadě organizátory kabeláže. Organizátory kabeláže jsou velice důležitou součástí datového rozvaděče, neb usnadňují obsluhu a správu daného zařízení a současně prodlužují životnost celé instalace. Datové rozvaděče se vyrábějí ve standardizované výšce a šířce, výška se uvádí v jednotkách UNIT značících se U, šířka se uvádí v palcích (2).

Horizontální vedení – jedná se o obecné označení všech linek, které vedou z datového rozvaděče do zásuvky příslušných pracovišť. Sekce horizontálního vedení tedy může dosahovat maximální délky 90 m, stejně jako je maximální délka linky (2).

Páteřní vedení – je vedení spojující datové rozvaděče. Dle normy ČSN EN 50173 je vždy v topologii hvězda, ovšem lze ho doplnit jednou nebo více redundantními trasami a tím vytvořit topologii polynomu nebo částečného polynomu (2).

Pracovní oblast – spadají do ní kabely na pracovištích a kabeláž v datovém rozvaděči. Od zbytku kanálu se liší konstrukcí samotného vodiče. Jsou ohebnější a obecně tedy méně odolné proti mechanickému poškození, ovšem odolnější proti cyklickému namáhání, vyplývajícimu z podstaty jejich účelu – jsou propojovacími kabely (2).

1.3.4 Sekce kabelážního systému

Horizontální sekce – propojuje datový rozvaděč s datovým výstupem, obvykle datovou zásuvkou na pracovišti (nejčastěji RJ45). V datovém rozvaděči většinou datový výstup zakončuje přepojovací panel. Horizontální vedení tvoří vždy linka připojující jednu datovou zásuvku pracoviště, proto má vždy fyzickou topologii hvězda. Datový rozvaděč vždy tvoří střed a datové zásuvky nebo jiná zakončení tvoří jednotlivé paprsky (2).

Pracovní sekce – nalezneme v datovém rozvaděči a na pracovišti. V datovém rozvaděči jsou pracovní sekci propojovací kabely (Patch Cordy). Povolená délka Patch Cordu je 6 m, neměla by však překročit délku 5 m, protože pak může docházet k snížení kvality přenosových parametrů kanálu. V případě metalických propojovacích kabelů je vhodný kabel typu lanko, který zaručuje pružnost kabelu. U optických propojovacích kabelů se nejvíce využívají simplexní nebo duplexní kabely (2).

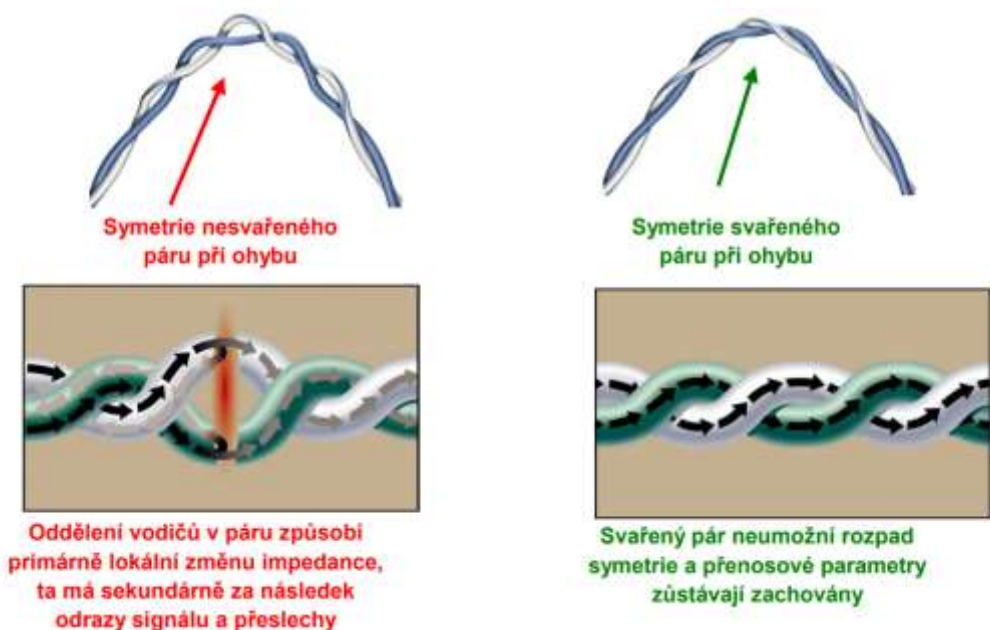
Páteřní sekce – propojuje jednotlivé datové rozvaděče. Ty mohou být umístěné v jedné nebo ve více budovách. Umožňují-li to okolnosti, jako rozpočet nebo fyzické rozmístění datových rozvaděčů, je vhodné navrhnout i redundantní trasu páteřního vedení, která může být buď přímá, nebo nepřímá. Přímá redundantní trasa vede z datového rozvaděče do datového rozvaděče, aby však mohla sloužit plně svému účelu, je nezbytné její trasu navrhnout jinudy než trasu páteřního vedení. Budou-li ve stejné trase, může dojít k fyzickému přerušení obou vedení současně jedinou událostí. Řešením může být nepřímá redundantní trasa. Nepřímá redundantní trasa vede přes další datový rozvaděč a v topologii vytváří úplný nebo neúplný polynom. Takto lze snadno vyřešit problém s uložení redundantních vedení do společných tras. Páteřní vedení lze navrhovat pouze z optických kabelů (2).

1.3.5 Přenosové prostředí

Přenosové prostředí může být u metalických vodičů kov, u optických sklo nebo plast. Prostor je přenosové prostředí využívané bezdrátovými vysílači. Lze tedy přenášet signál mezi dvěma body pomocí široké škály technologií, využívajících různá prostředí (2).

Metallická kabeláž tvoří největší podíl na přenosovém prostředí v IKS. Můžeme ji dělit na koaxiální a symetrické kabely. Koaxiální kabely se využívaly dříve, ale s příchodem 100 Megabit Ethernetu se od nich upustilo. Proto je dnes v kabelážních systémech nepoužíváme (2).

Pro symetrické kabely jsou specifické kroucené páry. V běžném kabelu se nachází 4 páry kroucených vodičů a průřez kabelu je kruhový nebo plochý, ale lze nalézt například i trojúhelníkový. Kvalita přenosu je ovlivněna několika parametry, ovšem tím nejzásadnějším je impedance. K dosažení co nejmenší impedance se jednotlivé páry sváří, čímž se jednotlivé vodiče pevně spojí. Společná symetrie mezi svařenými vodiči se zachová i při mechanickém namáhání, například při instalaci, kdy nesvařený pár významně ztrácí svou symetrii (2).



Obrázek č. 5: Rozdíl symetrie páru při ohybu mezi svařeným a nesvařeným párem (Zdroj: 11)

Metalické kabely lze dále dělit dle použitého stínění. S využitím principu Faradayovy klece se stínění snaží zabránit přenosu negativních efektů elektromagnetického pole, takzvaných „přeslechů“, které indukují všechny vodiče v kabelu a kabely mezi sebou. Variant stínění je na trhu mnoho, základní je stínění opletením nebo fólií, přičemž lze stínit celý kabel nebo jednotlivé vodičové páry. Dokonce lze nalézt i konstrukce kombinující opletení a fólii, nebo konstrukce které stíní jak vodičové páry, tak i celý kabel (2).

Dále se metalické kabely vyrábí s aplikací různých materiálů pro plášť, nejčastěji PVC (levné a použitelné pro většinu aplikací, nevhodné do budov a tras ve styku s vodou), PE/HDPE (dražší než PVC, odolný plášť vhodný i pro přímé uložení do země) a nakonec nejrůznější NH materiály pro instalace do prostor se zvýšenou koncentrací osob, například nemocnice, školy a kancelářské budovy. Při jejich hoření vzniká minimum kouře a nevznikají jedovaté zplodiny. Zesílením pláště nebo využitím distančních segmentů lze opět snížit negativní vliv přeslechů na kvalitu přenosu signálu. Všechny výše zmíněné konstrukce a prvky v kabelu mají vliv na kmitočet a tím pádem na kategorii kabelu (2).

1.3.6 Prvky konektivity

Každá linka je zakončená konektorem, tedy propojovacím segmentem tvořeným dvěma částmi Plug a Jack. Linka je zakončena dvěma konektory typu Jack, pracovní sekce je

obvykle tvořena propojovacím kabelem zakončeným dvěma konektory typu plug. V datovém rozvaděči se pak nacházejí přepojovací panely, kde se setkávají všechny linky příslušné horizontální sekce. Propojovací panely mohou v takovém případě být integrované nebo modulární (lze měnit pozici jednotlivých konektorů v rámci propojovacího panelu). Pro metalické vedení je nejrozšířenější typ konektoru RJ45. Stejný princip dodržují i optické aplikace, zde je však více využívána integrovaná verze přepojovacího panelu, pro vyšší zabezpečení proti fyzickému poškození optického vedení (2).

1.3.7 Prvky vedení kabeláže

Vedení kabeláže skrze trasy lze realizovat pomocí nejrůznějších technických řešení. Nejběžnější jsou „žlaby“. Mohou být kovové nebo plastové, perforované, plné nebo drátěné, závěsné, uzavíratelné nebo nikoliv. Další typický ochranný prvek vedení kabeláže je korugovaná ochranná trubice. Obvykle slouží pro uložení do země, podlah nebo stěn. V případě, že je třeba zachovat modularitu umístění datové zásuvky v místnosti s pracovní stanicí, je vhodné využít parapetního žlabu, který umožňuje opakovaně měnit počet i umístění datových zásuvek. Některé prvky vedení kabeláže však mohou při nesprávném užití napáchat více škody než užitku, příkladem budiž perforovaný a drátěný žlab. Pokud takový žlab instalovaný horizontálně nese větší svazek kabelů, tak jejich vlastní hmotnost na místech, kde žlab poskytuje oporu, deformují vodiče uložené vespod a tím narušují symetrii párů a celkové přenosové parametry. Při navrhování tras je vždy důležité zvážit, zda zamýšlená konstrukce vedení nabízí i dostatek segmentů zabezpečujících správné vedení kabeláže, poloměry ohybu a zabezpečení proti mechanickému poškození. Poslední důležitá zásada při projektování tras, a tedy i kapacity prostředků pro vedení a ochranu kabeláže, je zachování maximální naplněnosti dané trasy, a to na nejvýše 50 % její teoretické kapacity (2).

1.3.8 Prvky organizace kabeláže

Pro přehlednost a bezpečnost instalovaných prvků v datovém rozvaděči je vhodné osadit datový rozvaděč příslušnými organizační prvky. Propojovací kabeláž neboli Patch Cordy bychom měli v datovém rozvaděči ukládat do horizontálních nebo vertikálních organizérů. Zabráni se tím nechtěnému mechanickému poškození při obsluze datového rozvaděče a při vhodné volbě typu organizéru též zajistí správný

poloměr ohybu, aby nedošlo k porušení symetrie páru a tím pádem ke zhoršení přenosových vlastností. Je vhodné ke každému 24 portovému patch panelu přidat 1U (*U - Unit – jednotka rozměru*) organizér v případě Cat. 5 a Cat. 6. V případě Cat. 6A je lepší použít 2U organizér, který zabrání přílišnému ohybu Patch Cordu, což by mohlo vést ke zhoršení přenosových parametrů. Svazky kabelů je též vhodné svazovat vázacími pásky, ovšem dbát na dostatečnou tloušťku takového pásku, aby nebyly kabely „škrnceny“ (2).

1.3.9 Prvky značení kabeláže

Komunikační infrastruktura je systém ne náhodou podobný infrastruktuře pozemních komunikací. Po jejím vzoru je důležité mít jednotlivé prvky systému řádně a přehledně značené. Správné značení a dokumentaci popisuje evropská norma EN 50174. Značení je součástí samotného návrhu. Je třeba ho zanést do výkresové dokumentace v podobě tabulek. Značení popisuje jednotlivé prvky, informační značení, které popisuje významné skutečnosti a výstražné značení, varující před možným nebezpečím (2).

Kritéria důležitá pro značení prvků jednotného komunikačního systému jsou: jednoznačnost, čitelnost a odolnost proti vnějším vlivům prostředí, ve kterém se nachází.

Norma říká, co musí být značeno a uvedeno v dokumentaci, avšak způsob zápisu již norma neřeší (2). Jedná se o:

- Označení každého kabelu z obou stran
- Označení kabelových svazků na koncích, v místě křížení tras a větvení
- Označení Patch Panelů a portů na nich umístěných
- Označení zásuvek
- Označení rozvaděčů
- Označení technologických místností pro rozvaděče a telekomunikační místnosti
- Označení aktivních prvků a jejich portů (2)

Identifikační kód může být přímý nebo reverzní. Přímý kód je dlouhý 8 až 12 znaků a z tohoto důvodu jej lze využívat jen u malých kabeláží. U přímého kódu se značí fyzické umístění prvku v budově. Jako příklad poslouží soubor znaků: O.PP.MMM.ZZ.X, kde O znamená objekt, PP číslo podlaží, MMM číslo místnosti, ZZ číslo zásuvky v

místnosti, X číslo portu v zásuvce. V případě, že se jedná pouze o jediný objekt, lze první znak vynechat (2).

Reverzní identifikační kód je dlouhý maximálně 5 znaků, běžně však postačí znaky 4, takže je zde splněna podmínka čitelnosti. Kód tak lze zapsat téměř kamkoliv dostatečně velkým písmem a lze jej používat v rozsáhlejším kabelážním systému. Značí se písmeny a číslicemi například: RPXX, kde R je označení datového rozvaděče, P je označení Patch Panelu a XX značí číslo portu v rozsahu 1-99. Příklad reverzního kódu je např. B309 (2).

Z hlediska praktičnosti je lepší používat reverzní identifikační kód. Je lépe čitelný na datové zásuvce. Ovšem přímé značení nevyžaduje defacto žádnou znalost objektu, ve kterém je kabeláž instalována. Rozhodnutí je pouze na úsudku projektanta.

2 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

Třetí část se věnuje popisu budovy, místností a konstrukčních technologií použitých při stavbě hotelu. Blízké okolní stavby nejsou pro projekt relevantní, a proto zde nebudou popsány.

2.1 Popis budovy hotelu Pentagon

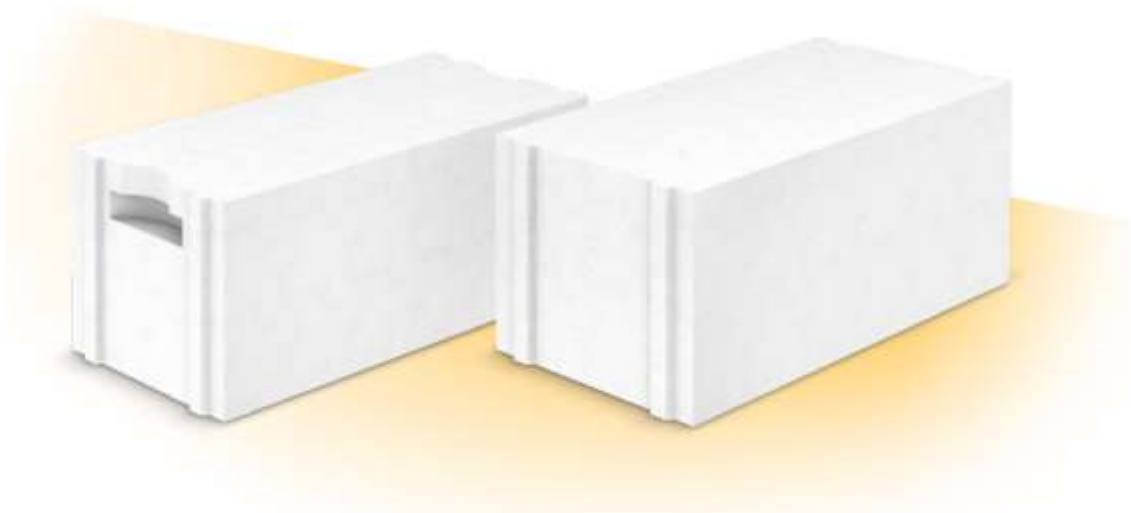
Hotel Pentagon je nová výstavba na relativním okraji obytné zóny. Pozemek, na němž probíhá výstavba je rovný bez zásadních odchylek ve vlastnostech půdy a podloží. Hotel je koncipován na kapacitu 104 lůžek ve 44 pokojích. Součástí hotelu je i restaurace s kuchyní.

2.1.1 Tvar a architektonické řešení

Půdorys Hotelu Pentagon tvoří rovnostranný pětiúhelník se skosenými vrcholy a otevřeným nádvořím ve tvaru pětiúhelníku. Vnější stěny budovy mají shodnou délku 20,4 m a 8 m. Vnitřní stěny lemující nádvoří jsou dlouhé shodně 13,2 m. Objekt má 3 nadzemní podlaží. Střecha je sedlového tvaru.

2.1.2 Svislé a vodorovné konstrukce

Nosné a obvodové konstrukce v prvním nadzemním podlaží jsou z pórobetonového zdiva Ytong Statik o tloušťce 300 mm se zvýšenou odolností v tlaku 5.0 N/mm^2 . Stěny druhého a třetího nadzemního podlaží jsou z klasických pórobetonových tvárnic Ytong o tloušťce 150 nebo 300 mm. Stropní konstrukce je navržena ze systému Ytong, sestavena ze železobetonových nosníků a pórobetonových stropních vložek, zmonolitněných betonovou mazaninou vyztuženou kari sítí. Železobetonový ztužující věnec je řešen jako součást stropní konstrukce. Strop je umístěn ve výšce 3250 mm od paty zdiva. Dva a půl metru nad podlahou jsou stropní podhledy. Ve všech společných prostorách jsou stropní podhledy složené z minerálních panelů. V pokojích hostů jsou stropní podhledy nerozebíratelně složeny ze sádkartonových desek (6).



Obrázek č. 6: Tvárnice Ytong Statik (Zdroj: 6)

2.1.3 Výtahy a schodiště

V budově je výtahová šachta obsluhující všechna podlaží. Mezi každým podlažím je 5 schodišť.

2.1.4 Popis místností

V budově hotelu je celkem 197 místností. Obvodové zdi místností jsou postaveny z pórobetonových tvárnic se zvýšenou pevností o tloušťce 300 mm. Vnitřní stěny místností jsou z pórobetonových tvárnic tloušťky 150 mm. Místnosti relevantní pro projekt lze rozdělit na 8 typů.

Vstupní hala

Velká místnost sloužící k odbavení hotelových hostů. Místnost je průchozí s velkými vstupními dveřmi umístěnými naproti sobě. Jedná se o dveře vstupní a dveře na nádvoří. V této místnosti bude jednoduché posezení se stolky a recepce. Pro hosty zde bude k dispozici pokrytí signálem hotelové WiFi a na zdech IP televize. Recepce bude mít 2 pracovní stanice a tiskárnu. Každá pracovní stanice bude vyžadovat připojení k hotelové síti, připojení pro IP telefon a připojení pro terminál pro obsluhu zámků dveří. Tiskárna vyžaduje připojení k hotelové síti. Pro bezpečnost hostů budou prostor vstupní haly a recepce monitorovat 2 IP kamery.

Hotelová restaurace

Velká místnost se stoly pro hosty a barovým pultem s obsluhou. Místnost je přístupná vedlejším vchodem z venku a je průchozí na nádvoří. Zde budou hosté jíst a pro lepší

komfort zde bude jedno přípojnÉ místo pro WiFi vysílač. Pro bezpečnost hostů a personálu zde budou tři IP kamery. Pro personál zde bude připojení pro IP telefon a datové připojení pro bar pro komunikaci EET systému.

Kuchyně

Velká místnost s vybavením pro přípravu a výdej jídel. Místnost má vlastní obslužný vchod z vnějšku a s hotelovou restaurací je spojena širokými dveřmi. V kuchyni na personál dohlíží 2 IP kamery a bude zde připojení pro IP telefon a 2 datové zásuvky pro připojení zařízení s aplikacemi pro systém elektronických objednávek jídel.

Technická místnost

Velká místnost s technickým zázemím pro chod hotelu. Bude zde například umístěn kotel se zásobníkem na horkou vodu, pračky, sušičky a další pomocná zařízení. Pro tato zařízení je zde navrženo přípojnÉ místo. Bude tak možné tato zařízení sledovat a vzdáleně řídit.

Výtahová šachta

Nejedná se o místnost jako takovou, přesto je pro projekt velice důležitá, neboť plní funkci stoupačky. Bude zde jedno přípojnÉ místo pro připojení výtahu do hotelové sítě.

Telekomunikační místnosti

Malé místnosti určené pro instalaci datových rozvaděčů, jsou umístěny vždy nad sebou a vzájemně propojeny otvory v podlaze. Telekomunikační místnosti mají snížený strop složený z minerálních podhledových desek. Jsou osazeny silnějšími rozvody elektrické energie pro připojení aktivních prvků v rozvaděčích. Každá telekomunikační místnost je připravena pro zemnění kovových součástí tras nebo stíněné kabeláže.

Pokoje pro hosty

Jsou střední místnosti ve variantách dvě nebo čtyři lůžka. Pokoje mají nerozebíratelné snížené stropní podhledy ze sádrokartonových desek. Dvoulůžkové pokoje mají spojený obyvák s ložnicí a budou zde přípojná místa pro IP telefon, IP televizi a jedno přípojnÉ místo k internetu.

Čtyřlůžkové pokoje mají obyvák, ve kterém budou stejná přípojná místa jako ve dvoulůžkovém pokoji. Pokoj má také ložnici ve, které bude přípojnÉ místo pro IP televizi a IP telefon.

Oba typy pokojů budou mít shodně po dvou čtecích zařízeních pro obsluhu vstupních dveří, jedno z vnitřní strany a jedno z vnější, vždy naproti sobě.

Ostatní místnosti

Do této kategorie patří místnosti, jež nejsou pro potřeby projektu strukturované datové kabeláže relevantní, například WC, schodiště a místnosti, jenž nemají doposud určený účel.

Všechny místnosti jsou zakresleny podrobně ve výkresové dokumentaci objektu, která je součástí příloh na CD (viz přílohy výkresová dokumentace Hotelu Pentagon, CD).

2.2 Celkové zhodnocení stavebních příprav

Stavební práce jsou dokončeny a budova je osazena okny. Dokončena je práce na vodovodu, topení, kanalizaci a příslušné elektroinstalaci. Investor na moje doporučení zvolil stíněnou elektrickou kabeláž a po dohodě s projektantem byly navýšeny průměry korugovaných chrániček. To umožňuje v případě potřeby použít pro vedení jednotlivých tras datové kabeláže trasy elektrických rozvodů.

3 NÁVRH STRUKTUROVANÉ DATOVÉ KABELÁŽE

Tato kapitola obsahuje zadání neboli požadavky investora a popis návrhu řešení datové kabeláže včetně návrhu portů, topologie, ochrany a vedení kabeláže. Návrh datových rozvaděčů a koncových zásuvek.

3.1 Požadavky investora

Investor požaduje datovou kabeláž pro rychlost přenosu alespoň 1 GB. Přístupové body ve všech pokojích pro hosty a to dva pro připojení k internetu a jeden pro připojení IP telefonu. Do společných prostor požaduje 40 přípojných míst pro IP kamerový systém. Zámky dveří budou obsluhovat elektronická čtecí zařízení pro přístupové karty. Zařízení samotná dodá externí dodavatel, proto je požadavek omezen pouze na volné zakončení datové kabeláže s dostatečnou rezervou v místě budoucího umístění čtecího zařízení. Technické zázemí budovy má být připojeno k pultu centrálního řízení, umístěného v rámci pracovní stanice na recepci. Pro restauraci investor požaduje připojení pro IP telefon, IP televizor, IP kameru, přístupová čtecí zařízení pro obsluhu dveří a EET. Pro kuchyni IP kamerový systém, IP telefon a přístupová čtecí zařízení. Pro recepci požaduje alespoň pět připojení pro IP televizi a připojení pro IP kamerový systém. Recepce se bude skládat ze dvou pracovních stanic a má disponovat připojením pro IP telefon a připojením k internetu pro každou pracovní stanici. Dveře vedoucí na nádvoří nebo na ulici si investor přeje pokrýt IP kamerovým systémem. IP kamery a čtecí zařízení dveří mají být napájena pomocí PoE (*Power over Ethernet*).

3.2 Návrh sítě

Vzhledem k požadavkům investora na různé aplikace jako například IP telefonie a IP kamery, navrhuji vytvořit pomocí aktivních prvků čtyři oddělené počítačové sítě. Každá aplikace tak bude mít defacto svou fyzicky oddělenou síť se svými vlastními aktivními prvky. Tato koncepce přispěje k funkčnosti i bezpečnosti celého systému. IP kamery a IP telefonie mají vyšší požadavky na přenos dat než aplikace pro ovládání zámků dveří. IP telefonie a podobné VoIP (*Voice over Internet Protocol*) aplikace při spojení spotřebují vždy celou šířku pásma. Pokud by v tu chvíli na stejné síti například přenášela obraz IP kamera nebo se někdo z uživatelů pokoušel o připojení k internetu,

ani jedna z těchto aplikací by v tu chvíli nefungovala. Pokud budou na úrovni aktivních prvků od sebe odděleny, nebudou se vzájemně ovlivňovat a narušovat svůj chod. IP kamery, IP telefonie a ovládání zámků dveří bude využívat PoE, ale datové zásuvky již nemusí. Opět leze rozlišit na úrovni aktivních prvků. I z důvodu potřeby využití PoE jsem se rozhodl pro vyšší kategorii datové kabeláže a to Cat. 6A. Vodiče v Cat. 6A mají větší průřez a proto bude docházet k menším ztrátám napětí v závislosti na délce vedení. Páry vodičů jsou od sebe ve větší vzdálenosti (v rámci kabelu), což snižuje přeslechy mezi páry, vedoucí k degradaci přenosových parametrů. Konstrukce datového kabelu je vytvořena tak, aby zvětšila prostor mezi sousedními kabely a tím snížila alien přeslechy neboli přeslechy mezi sousedními kabely v rámci trasy, které způsobují degradaci přenosových parametrů linky. Tyto nežádoucí Crosstalk jevy (*alien přeslechy*) jsou významnější, pokud koncová zařízení využívají PoE.

3.2.1 Návrh počtu a umístění portů

Umístění portů datových zásuvek je projektováno do výše 30 cm od podlahy, nebo 40 cm od stropu v případě datových zásuvek určených k obsluze kamer a vysílačů WiFi. Umístění datových zásuvek do stejné výšky jako zásuvek elektrického vedení nám umožní využít agregované kryty zásuvek. Vylepší se tím vizuální vzhled a sníží se cena za nákup materiálu.

Druhá varianta uvažuje využití zásuvek pro připojení IP kamer a WiFi vysílačů. Umístěním zásuvek nad úroveň stropních podhledů umožní úplné ukrytí vysílačů WiFi včetně propojovací Patch Cordů. V případě zapojení kamer se jedná nejen o estetické opatření, ale také o bezpečnostní.

Datové zásuvky jsou projektovány s ohledem na plánované využití napájení PoE.

Počet portů závisí na jednotlivých místnostech. Obecně jsou v každém dvoulůžkovém pokoji projektovány dvě datové zásuvky, každá je modulární a pojme až 3 porty. Využity budou 2 porty ze 3 a 1 port ze 2, ostatní sloty budou zaslepeny a slouží jako rezerva pro budoucí rozšíření. Ve čtyř-lůžkových pokojích a apartmánech jsou zásuvky projektovány identicky, jen s jednou zásuvkou navíc pro ložnici. Opět v modulárním provedení s využitím 2 portů ze 3 a 1 ze 2 jako rezervou.

Veškeré dveře, které oddělují společné prostory od vnějšku budovy nebo od osobních prostor hostů nebo od oblastí s přístupem jen pro zaměstnance jsou opatřeny magnetickými zámkami a k portu pro ovládání dveří je přiveden metalický datový kabel

s volným zakončením pro přímé připojení ovládacího panelu. Ovládací panel bude napájen pomocí PoE.

Ostatní místnosti dle výkresové dokumentace (viz přílohy výkresová dokumentace Hotelu Pentagon, CD) a soupis použitého materiálu (viz přílohy projektová dokumentace Hotelu Pentagon, CD)

3.2.2 Návrh topologie sítě

Topologie horizontální vrstvy bude ve formě hvězdy se středem v příslušném datovém rozvaděči. První a druhé patro bude každé obsluhováno třemi rozvaděči, tedy vzniknou tři oddělené hvězdy. Poslední třetí patro bude obsluhováno datovým rozvaděčem DR-6 umístěným v místnosti 3C02 (viz přílohy výkresová dokumentace Hotelu Pentagon, CD).

3.2.3 Návrh páteřních tras

Páteřní vedení realizované MM (*multimode*) FO (*Fiber Optic*) kabeláží bude tvořit uzavřený kruh pro první a druhé patro. Třetí patro má pouze jeden datový rozvaděč DR-6, proto zde nebude vedena žádná páteřní trasa. Propojení jednotlivých rozvaděčů je realizováno i vertikálně a zde jsou navrženy následující kruhy. Kruh první tvoří rozvaděče DR-2, DR-5 a DR-8. Druhý kruh se skládá z rozvaděčů DR-1, DR-3 a DR-6. Zvolená topologie pro metalickou kabeláž odpovídá požadavku na spolehlivost a přenosové parametry. Topologie kruhu využitá pro páteřní vedení může v případě přerušení některé části trasy zprostředkovat komunikaci po druhé straně (viz přílohy výkresová dokumentace Hotelu Pentagon, CD).

3.2.4 Návrh redundance

Jako redundantní trasa je navrženo spojení pomocí optického kabelu mezi rozvaděči DR-2 a DR-1 procházející místnostmi 1C01, chodbou 1C04, místností 1C19, chodbou 1D04 a místností 1D01. V druhém patře je navržena redundantní trasa mezi rozvaděči DR-5 a DR-3 (viz přílohy výkresová dokumentace Hotelu Pentagon, CD).

3.2.5 Návrh technologie přenosu

Síť je navržena s důrazem na nadčasovost, to znamená, že se už při návrhu počítá s budoucím rozšířením provozu. Projekt počítá s využitím Gigabit Ethernet (GE) a PoE. Běžně by tedy postačila třída D, ovšem z důvodu délky, naplnění tras a využití PoE je

vhodnější užít třídu E_A, což odpovídá kategorii 6A. Kategorie 6A s přehledem zvládne GE a umožní snadnou budoucí migraci na 10ti Gigabit Ethernet (10GE). Kategorie 6A disponuje typy kabelů s distančním segmentem. Distanční segment snižuje přeslechy mezi jednotlivými kabely v rámci trasy. Toto opatření bude významným přínosem pro kvalitu přenosu, obzvláště při využití 10GE.

3.3 Návrh zapojení aktivních prvků

Projekt neřeší konkrétní návrh aktivních prvků, pouze jejich optimální zapojení. Ve výpočtech se uvažuje užití switche s šířkou pásma sběrnice 10 Gb/s. S ohledem na požadavek nadčasovosti již nyní počítám parametry připojení jednotlivých pracovních stanic tak, jako by vyžadovali rychlost 10 Gb/s.

3.3.1 Rozvržení portů aktivních prvků

Pro každý datový rozvaděč je navrženo užití čtyř switchů, každý musí mít minimálně 24 portů RJ45, musí zvládat napájení pomocí PoE a musí být kompatibilní s 10 Gigabit Ethernet SFP+ optickými moduly.

Každý switch v příslušném datovém rozvaděči má za úkol obsluhovat svou vlastní síť. V datovém rozvaděči se tedy nachází switch, který obsluhuje IP telefonii, switch pro IP kamery, switch obsluhující síť ovládání dveří a switch pro internetové připojení. Switche jsou projektovány tak, aby byla obsazena přibližně polovina portů a zbytek bude ponechán jako rezerva.

Konkrétní rozvržení portů a comboportů pro jednotlivé switche datových rozvaděčů je uvedeno v projektové dokumentaci. (viz přílohy projektová dokumentace Hotelu Pentagon, kapitola II – 5 – Porty AP, CD)

3.3.2 Výpočty šířky pásma pro pracovní stanice

Výpočtem šířky pásma lze snadno ověřit, zda v návrhu nevznikají slabá místa nebo úzká hrdla, tj. propojení, která nedosahují potřebných přenosových kapacit pro správné fungování pracovních stanic.

Pro správný výpočet potřebujeme znát šířku pásma sběrnice analyzovaného switche SW-AB a celkovou šířku vstupního kanálu CHW_T . S použitím vzorce

$$BW_{\min} = \frac{CHW_T}{NBP_T}$$

získáme hodnotu minimální šířky pásma pro pracovní stanici. Je to tedy podíl celkové šířky pásma vstupního kanálu a všech portů bloku aktivního prvku. Druhým důležitým parametrem je reálná šířka pásma BW_R . Vypočteme ji jako podíl celkové šířky pásma a podílu pracovního počtu portů a koeficientu zatížení sítě. Koeficient zatížení sítě může nabývat hodnot od 0,1 (režijní zatížení sítě bez provozu) až 0,99 při testování speciálními aplikacemi. Pro naši síť jsem zvolil koeficient 0,6.

$$BW_R = \frac{CHW_T}{\frac{NBP_W}{L_{LAN}}}$$

Výsledné hodnoty jsou v souladu s požadavky investora na minimální rychlost připojení pracovních stanic, některé jsou na tom i výrazně lépe. Doporučuji přihlédnout k těmto výsledkům při volbě vhodných aktivních prvků. Výpočty pro všechny aktivní prvky v datových rozvaděčích jsou součástí projektové dokumentace na CD.

Vzorce pro výpočet šířky pásma a reálné šířky pásma jsem čerpal z (2).

(viz přílohy projektová dokumentace Hotelu Pentagon, kapitola II – 6 – Šířky pásma, CD)

3.4 Kabelové trasy

Navrhované kabelové trasy se skládají z páteřní části, která je realizována pomocí MM FO mini-breakout kabelu o 8 vláknech. Slouží k propojení aktivních prvků v rozvaděčích. Druhá část je horizontální sekce a skládá se z jednotlivých metalických kabelů zakončených na různých místech budovy v datových zásuvkách. Pro horizontální sekci využijeme kabel kategorie 6A se čtyřmi kroucenými páry a H-spline středovým křížem, který slouží jako distanční segment.

Všechny kabely musí splňovat normu ČSN EN 50173-4 pro užití v interiérech. LSZH – Low smoke zero halogen.

3.4.1 Návrh páteřních tras

Páteřní trasy budou vedeny stoupačkami a stropními podhledy. Při využití stoupaček ST-2, ST-4 a ST-6 budou kabely vedeny pomocí perforovaného plechového žlabu. Perforovaný žlab umožní snazší a efektivnější fixaci kabelů, vzhledem k vertikální poloze. Pro části tras ve stropních podhledech bude užit závěsný neperforovaný žlab, který nedeformuje kabely a zachovává minimální poloměry ohybu. Středová přepážka oddělí FO od metalických kabelů a společně s plným plechovým víkem poskytne

dodatečnou ochranu proti mechanickému poškození tras (viz přílohy výkresová dokumentace Hotelu Pentagon, CD).

3.4.2 Návrh horizontálních tras

Horizontální trasy využívají krom stoupaček ST-2, ST-4 a ST-6 i stoupačku ST-1. Pro trasy ve stoupačkách je projektován perforovaný plechový žlab pro snazší a efektivnější upevnění kabelu. Ostatní části tras jsou realizovány ve stropních podhledech s využitím neperforovaného plechového žlabu s víkem a vnitřní přepážkou oddělující páteřní vedení. Poslední část tras je vedena stěnou, a to korugovanou chráničkou s vnitřním průměrem dle počtu obsažených kabelů tak, aby ji naplnili maximálně z poloviny.

3.5 Kabeláž

Pro užití v interiérech dle normy ČSN EN 50173-4 musí kabeláž splňovat protipožární podmínky. Lze tedy instalovat pouze kabeláž s pláštěm typu LSZH.

3.5.1 Páteřní vedení

Pro páteřní vedení je projektována kabeláž optická MM mini-brakout 8 vláken 50/125/850 s obchodním označením GIMTD08 od společnosti Belden Inc (10). Zde je již třeba uvažovat přenosové parametry i nad 10GE pro případ migrace celého zařízení na 10GE. Proto byl zvolen optický kabel MM. Osm optických vláken v jednom kabelu umožní zachovat rezervu na budoucí připojení. Projektována jsou vždy 4 hlavní vlákna a 4 rezervní, nezapojená, uložená v optické vaně (7).



Obrázek č. 7: Optický kabel Belden GIMTD08 (Zdroj: 7)

3.5.2 Horizontální sekce

Pro horizontální sekci je projektován metalický datový kabel 10GX44 0091000 od společnosti Belden Inc. Kabel je typ UTP (*Unshielded twisted pair*) splňuje podmínku proti požární ochrany LSZH pro užití v interiérech budov. Kategorie 6A zaručí dostatečnou spolehlivost přenosu dat i napájení pro koncová zařízení při projektovaném GE, tak i eventuální budoucí migraci na 10GE. Současně tento model kabelu odděluje jednotlivé svařené páry vnitřním H-spline křížem, což způsobuje větší vzdálenost mezi jednotlivými svařenými páry, ale taktéž i mezi jednotlivými kabely uvnitř tras. Toto opatření opět zlepší kvalitu přenosu signálu, obzvláště v trasách s větším množstvím vodičů. Nevýhoda je snížená kapacita žlabů a korugovaných chrániček. Proto v návrhu i s ohledem na budoucí potřeby instalace dalších kabelů do tras počítám s maximálním naplněním na 50% kapacity trasy (7).



Obrázek č. 8: Metalický datový kabel Belden 10GX24 0091000 (Zdroj: 7)

3.6 Spojovací prvky

V této kapitole navrhnu konektory pro optická i metalická vedení, dílčí části datových zásuvek a patch panel.

3.6.1 Konektor

Metalická kabeláž bude zakončena zásuvkou s konektorem RJ45. Konektor jsem zvolil CJK6X88TGkk Panduit, kk – označuje barvu. Konektor je typu UTP a odpovídá provedením kategorií 6A pro instalace až do 10GE. Pro zachování přenosových parametrů je nezbytné, aby byly vodiče v konektoru z jednoho kusu mědi a propojení s vodiči kabelu bylo realizováno zářezovými noži. Pro snížení poloměru ohybu kabelu v těle datové zásuvky jsem zvolil konektorovací část, která umožňuje vstup kabelu do konektoru pod úhlem 45°. Konektory upevněné v patch panelu jsou rozděleny do 2 skupin, dle jejich unikátního tvaru pro danou skupinu, takzvaného „klíčování“. Skupiny jsou IP kamery s IP telefony a data, druhou skupinu tvoří okruh pro ovládání dveří. Nemůže tedy dojít k náhodnému prohození tras mezi různými skupinami. Mimo fyzickou nekompatibilitu jsem zvolil i barevné rozlišení konektorů pro snazší orientaci

v datovém rozvaděči. Žluté jsou konektory u tras obsluhujících zámky dveří. Ostatní jsou červené (8).



Obrázek č. 9: Konektor RJ45 Cat. 6A UTP klíčovaný Panduit (Zdroj: 8)



Obrázek č. 10: Zářezový díl konektoru RJ45 pro vstup kabelu pod úhlem 45° (Zdroj: 8)

3.6.2 Datové zásuvky

Datová zásuvka je pro naše potřeby tvořena elektroinstalační krabicí do zdi a kovovým třmenem pro upevnění svrchní části. Tělo zásuvky bude tvořit 66 mm hluboká krabice pro instalace do zdí, pro lepší uložení datového kabelu (9). Větší hloubka poskytne více prostoru pro ohyb datového kabelu a předejde se zlomení kabelu a tím narušení symetrie páru. Svrchní část budou zakrývat několikanásobné rámečky od společnosti ABB konkrétně model Time s led diodou. Užity budou 2 barvy, bílá a titan, dle místa instalace (10). Datové zásuvky jsou projektovány modulární, až pro 3x UTP Jack RJ45. Osazeny budou oba krajní sloty a střed slouží pro případné budoucí rozšíření. Nyní osazen záslepkou.



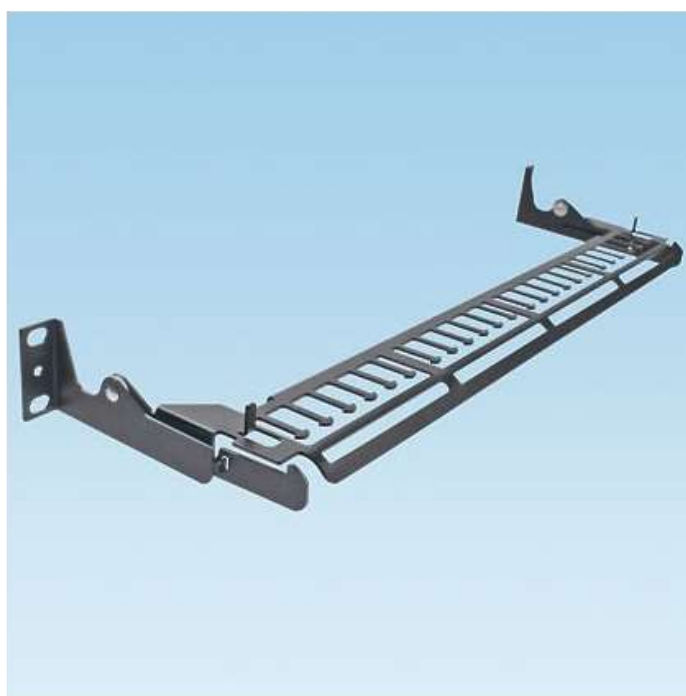
Obrázek č. 11: Čelo datové zásuvky ABB Time - bílá (Zdroj: 10)

3.6.3 Propojovací panel

Propojovací patch panel jsem zvolil modulární pro 24x UTP Jack výšky 1U od výrobce Panduit CPP24WBLV. Modulární provedení patch panelu umožní přidávat nebo odebírat zakončení tras dle potřeby. Vyvazovací lišta je dodávána zvlášť. Zvolil jsem vyvazovací lištu od stejného výrobce, abych se vyhnul případným rozdílům v rozměrech nebo umístění prvků pro upevnění konektorů a kabelů. Vyvazovací lišta Panduit SRPPBL je určena pro patch panel s 24 konektory. Instaluje se vždy jedna vyvazovací lišta k jednomu patch panelu a přispívá k ochraně kabeláže před mechanickým poškozením (8).



Obrázek č. 12: Modulární patch panel Panduit CPP24WBL Y (Zdroj: 8)



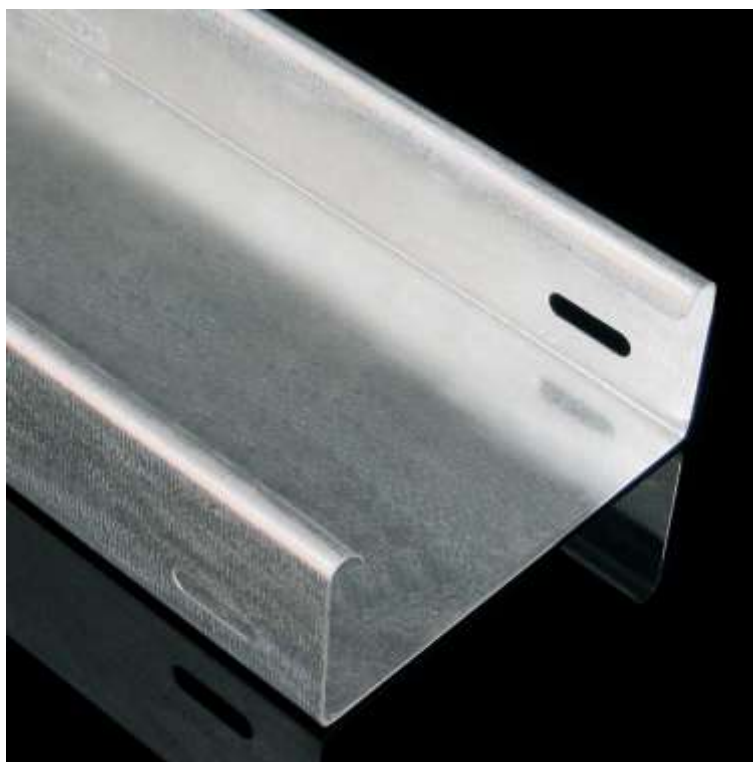
Obrázek č. 13: Vyvazovací lišta Panduit SPBPBL (Zdroj: 8)

3.7 Prvky vedení kabeláže

S ohledem na co nejšetrnější uložení datových kabelů jsem navrhnul použití plechových závěsných žlabů MARS a ve zdech nebo přechodech ze žlabu do zdi jsem navrhnul použití korugovaných chrániček (9).

3.7.1 Závěšený plný, kovový žlab s víkem

Všechny trasy jsou vedeny stropními podhledy, proto zde navrhuji použít k uložení datových kabelů kovové, neperforované žlaby s víkem a vnitřní přepážkou pro oddělení metalické a optické nebo elektrické kabeláže. Žlabový systém MARS pro vedení kabeláží úplně splňuje všechny požadavky na bezpečnost a šetrnost vůči neseným kabelům (9).



Obrázek č. 14: Závěsný žlab MARS neperforovaný (Zdroj: 9)

Pro užití ve stoupačkách navrhuji perforovanou variantu žlabových systémů MARS. Zde již nehrozí obvyklá deformace kabelů vlivem jejich vlastní hmotnosti. Oproti tomu zde vzniká potřeba průběžného upevňování vodičů a celých vodičových svazků ke žlabu samotnému. Perforování nabídne lepší podmínky pro uvázání kabelů a snazší instalaci. I zde navrhuji opatřit vertikální žlaby patřičným kovovým víkem s ohledem na prevenci fyzického poškození kabelů (9).



Obrázek č. 15: Závěsný žlab MARS perforovaný (Zdroj: 9)

Kovové žlaby pro vedení kabeláže je nezbytné uzemnit v souladu s ČSN 33 2000-5-54 ed. 2.

V návrhu tras kovových žlabů vždy využívám všech dostupných prostředků pro ochranu vodičů a zajištění vhodného poloměru ohybu. K tomuto účelu slouží vertikální oblouky 90 %, které zajišťují správný poloměr ohybu při vstupu nebo výstupu kabelu ze žlabového systému. Díly pro křížení zase pomáhají spojovat žlabové sekce vedoucí různými směry a současně zajišťují správné poloměry ohybu. V případě, že se mění během trasy šířka žlabu, jsou k dispozici speciální spojky uzavírající prostor pro kabeláž. V případě, kdy přechází datový kabel ze žlabu do zdi a je nutné vyříznout otvor ve stěně žlabu, jsou k dispozici díly, které zajistí, aby nedošlo k poškození pláště kabelu o ostré hrany. Nezajistí však správný poloměr ohybu, proto je kladen požadavek, aby korugované chráničky začínaly vždy v těle žlabu. Tím bude dosaženo správného minimálního poloměru ohybu kabelu, aby nedocházelo k deformaci symetrie svařeného páru.

V případě průchodu žlabu skrze průraz ve stěně nebo ve stropě musí otvorem procházet celý díl žlabu. Je nepřipustné, aby datová kabeláž procházela otvorem ve zdivu nebo ve

stropě bez patřičné opory a ochrany. V případě budoucí příkládky kabelů by v takových místech mohlo docházet k poškození pláště kabelu.

3.7.2 Korugované ochranné trubky

Zvolil jsem korugované chráničky od českého výrobce KOPOS KOLÍN a.s. KF 09xxx BA kdy xxx reprezentuje použitý průměr chráničky. Navrhuji použití tří průměrů, aby naplnění odpovídalo maximálně 50 % kapacity každé korugované chráničky. Korugované chráničky začínají vždy uvnitř žlabu s dostatečným přesahem a končí vždy až v elektroinstalační krabici datové zásuvky, opět ideálně s přesahem do těla elektroinstalační krabice (9).

3.8 Prvky organizace

V datových rozvaděčích je důležité dbát na organizaci a uložení datové kabeláže. Prodlouží se tak její životnost a nedojde k nechtěnému mechanickému poškození, což může mít neblahý vliv na přenosové parametry a spolehlivost celého systému.

3.8.1 Datové rozvaděče a organizéry

Datové rozvaděče jsou umístěny vždy po třech na každé patro, krom patra třetího, kde se nachází pouze jeden rozvaděč. Všechny rozvaděče jsou umístěny v technických místnostech s omezeným přístupem. Rozvaděče v prvním patře DR-0 – DR-2 tvoří rám s výškou 42U (9). V druhém patře je rozvaděč DR-3, který je tvořen rámem o výšce 42U, zbylé rozvaděče DR-4, DR-5 a DR-6 jsou umístěny na stěně v technických místnostech s použitím závěsného rámu o výšce 18U (10). Ten je uzavřen násuvným ochranným pláštěm.

Modulární patch panely jsou vždy výšky 1U. Mezi aktivními prvky a patch panely jsou umístěny 2U organizéry pro bezpečné uložení Patch Cordů. Zakončení linek v rozvaděčích je realizováno klíčovaným UTP RJ45 Jack konektorem a s příslušným aktivním prvkem je propojen odpovídajícím klíčovaným, stejně barevným Patch Cordem.

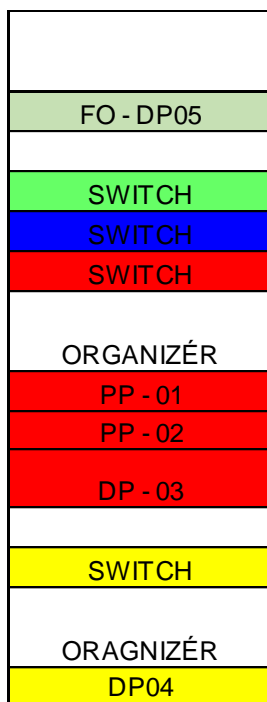
Pro optické trasy je navržena optická vana s 24 duplexními LC adaptéry. Optická vana je umístěna vždy nad všemi ostatními prvky v datovém rozvaděči, aby se minimalizovala pravděpodobnost nechtěného mechanického poškození zapojených jumperů. Vlákna, která nebudou zapojena, budou připravena pro budoucí použití uvnitř optické vany. Zabrání se tak jejich poškození. Propojení optické vany s příslušným

aktivním prvkem je realizováno pomocí jumperu Panduit FX2ELQ1Q1ONM002 o délce 2 m. LC adaptéry jsou jednoduché na obsluhu a 2 m délka zajistí dostatečnou rezervu pro připojení aktivního prvku k optické vaně. Pro uložení a vedení lze použít oboustranného vertikálního organizéru PR2VD1279 (7).



Obrázek č. 16: Nástěnný 18U rack s násuvným pláštěm (Zdroj: 11)

Příkladem jednoho z větších rozvaděčů bude DR-0. Popisovat jej budu od shora dolů. První dva unity jsou volné a slouží jako prostor pro přivedení datových kabelů shora. Boční organizéry jsou po straně a slouží jako opora pro svazky datových kabelů. První obsazený unit patří optické vaně. Je umístěna úplně nahoře, aby s minimalizovala pravděpodobnost mechanického poškození jumperů při obsluze rozvaděče. Následuje prostor pro tři unity pro 3 switche. Budou to switche pro IP kamery, IP telefonii a internet. Následuje 2 unity vysoký uzavřený organizér pro uložení klíčovaných patch cordů. Další tři unity patří třem 24 portovým modulárním patch panelům s vyvazovacími lištami. Následuje neobsazený unit a hned za ním následuje 1 unit switch pro obsluhu zámků dveří. Dvou unitový organizér pro uložení klíčovaných patch cordů předchází 1 unitovému 24 portovému modulárnímu patch panelu s vyvazovací lištou. Zbylé unity poslouží jako prostor pro uložení aktivních prvků poskytovatelů připojení k internetu a poskytovatelům IP telefonních aplikací.



Obrázek č. 17: Znázornění datového rozvaděče DR-0 v projektové dokumentaci (Zdroj: vlastní zpracování)

Bílá pole bez popisku značí volné unity v rozvaděči. Barevně jsou pak odlišeny klíčované systémy. V rozvaděči pracují se dvěma druhy klíčovaných konektorů jack RJ45. První skupina je červené a patří do ní kanály obsluhující IP kamery, IP telefony a internetové připojení. Druhá skupina označená žlutě, zabezpečuje ovládání zámků dveří. Dva druhy jsem zvolil, protože chci zabránit nechtěné nebo neodborné manipulaci s patch cordy v rámci datového rozvaděče. Pokud by došlo k záměně v rámci aplikací červené skupiny systém by pravděpodobně nepracoval správně, ale nebyla by ohrožena fyzická bezpečnost návštěvníků nebo vybavení hotelu. Chyba v ovládání zámků dveří by mohla v nejhorším případě ohrozit i lidské životy.

3.9 Návrh značení

Pro identifikaci tras jsem zvolil značení přímé, protože při instalaci kabeláže a jejích součástí je přehlednější a usnadňuje práci instalačním technikům. Znamená to méně chyb a méně chyb se příznivě projeví na čase potřebném na realizaci.

Objekt je jen jeden o třech patrech, proto jsem se rozhodl při značení vynechat znak, který identifikuje objekt. Vzor značení je: O P P P P X X, přičemž O znamená účel zásuvky. Muže nabývat hodnot C, P, T, Z a N. C je označení pro zásuvky určené k připojení IP kamer. P je označení obyčejných univerzálních datových zásuvek. T

značí zásuvky určené pro připojení IP telefonů. Z jsou speciální linky. Počátek mají v Patch panelu s konektorem RJ45 jako ostatní typy a zakončené jsou pouze smotkem kabelu. Smotek kabelu musí mít minimálně 50 cm a je určen pro přímé konektorování do zařízení pro obsluhu elektronických zámků dveří. N označuje linky, které nemají dopředu definovaný jasný účel. Slouží jako linky rezervní pro připojení k hotelové síti Hotelu Pentagon. Lze je využít pro kteroukoliv z navržených aplikací, záleží totiž pouze na propojení konce linky v datovém rozvaděči s příslušným aktivním prvkem.

Skupina čtyř znaků PPPP zastupuje čtyřmístný kód pro označení místnosti. Objekt je rozdělen na tři patra, proto je první číslice 1, 2 nebo 3 dle příslušného patra objektu. Druhý znak je písmeno A, B, C nebo D označující příslušný trakt objektu. Poslední je dvojice znaků PP – nabývá hodnot 01 – 99 a jedná se o rozlišovací číslo místnosti v příslušném patře a traktu.

Znaky XX zastupují číslo zásuvky a mohou nabývat hodnot 01 – 99. Příklad univerzální zásuvky v přízemí, v místnosti 1A03 bude vypadat následovně: P1A0301. Na univerzálnost kabeláže to nebude mít vliv a pomůže to instalačním technikům se lépe zorientovat ve výkresové dokumentaci. Pro budoucí uživatele bude snadné si zapamatovat, že IP telefon se zapojuje do zásuvky a do portu s označením začínajícím písmenem T. V konsolidačních bodech, v rámci patch panelů je obzvláště důležité nezaměnit linky označené Z s ostatními linkami.

Pro označování kabelů nebo kabelových svazků doporučuji použít vázací pásky HLWM1.5S-X0 s popisovým polem. Dají se užít opakovaně a díky popisovému poli pomohou při správě a organizaci kabeláže (9).

3.10 Požadavek na odbornost instalační firmy

Aby bylo možné zabezpečit požadavek na spolehlivost instalované datové kabeláže je nezbytné, aby instalační technik nebo firma prokázala svou odbornou způsobilost.

Dříve tuto odbornou způsobilost zajišťovala udělená koncese na základě prokázané odborné způsobilosti. Uchazeči o koncesi museli předložit osvědčení o absolvování odborných školení s příslušným zaměřením.

- Instalační firma nebo technik musí předložit celosvětově platný certifikát o autorizaci pro instalaci kabelů Belden a konektivity Panduit. V takovém případě tyto společnosti přebírají garanci za instalované součásti.

- Garanci na funkčnost celého instalovaného systému v délce trvání minimálně 15 let. Tuto garanci musí převzít prvovýrobce konektivity v případě, že by již instalační firma neexistovala.

Pokud instalační firma nebo instalační technik splňují tyto podmínky na odbornost instalace obvykle za ně prvovýrobci garanci přebírají automaticky, neboť stejnou garanci poskytují pokud je investor s prvovýrobce v přímém smluvním vztahu. V případě splnění podmínek bude instalace provedena s požadovanou precizností a významně se sníží riziko samovolného selhání kabelážního systému.

3.11 Ekonomické zhodnocení

Protože jsme se už při stavbě objektu Hotelu Pentagon s investorem dohodli na výměně klasické elektrické kabeláže za stíněnou elektrickou kabeláž bylo možné použít datovou kabeláž nestíněnou. Stíněná elektrická kabeláž je oproti běžné elektrické kabeláži přibližně dvakrát dražší. Rozdíl ceny na pořízení stíněné elektrické kabeláže je o 49 730 Kč dražší oproti nestíněné variantě.

Tabulka č. 2: Ceny stíněného materiálu a kabeláže v Kč (Zdroj: Vlastní zpracování dle 12)

Materiál	Popis	Ks	Kč/ks	Celková cena
CP24WSBLY	Stíněný modulární patch panel	20	2798	55 960,00 Kč
CJSK6X88TGRD	Stíněný klíčovaný jack RJ45 do rozvaděče	366	440	161 040,00 Kč
STPK6X5BU	Stíněný klíčovaný patch cord 1.5 m	350	520	182 000,00 Kč
CJSH6X88TGY	Stíněný jack RJ45 do datových zásuvek	222	390	86 580,00 Kč
10GXE01	Stíněný datový kabel Cat. 6A F/FTP, LSZH	11527 m	20	230 540,00 Kč
			Celkem	716 120,00 Kč

Ceny v tabulce č. 2 jsou uvedeny včetně DPH, ale neobsahují navýšení ceny za instalaci. Instalace stíněných komponentů je výrazně obtížnější a vyžaduje vyšší odbornost a zkušenosti instalační firmy nebo technika provádějícího instalaci. Krom větší preciznosti je třeba zajistit i materiál na zemnění a časová náročnost instalace je přibližně dvakrát větší. Instalační firma nebo technik si za instalaci stíněné datové

kabeláže včetně konektorování bude účtovat přibližně dvojnásobek oproti práci s nestíněnou datovou kabeláží.

Tabulka č. 3: Ceny nestíněného materiálu a kabeláže v Kč (Zdroj: vlastní zpracování dle 12)

Materiál	Popis	Ks	Kč/ks	Celková cena
CPP24WBL Y	Modulární patch panel	20	1376	27 520,00 Kč
CJK6X588TGRD	Klíčovaný jack RJ45 Cat. 6A do rozvaděče	366	402	147 132,00 Kč
UTPK6A5RD	Klíčovaný patch cord 1.5 m Cat. 6A	350	398	139 300,00 Kč
CJH6X88TG B L	Jack RJ45 Cat. 6A do datových zásuvek	222	594	131 868,00 Kč
10GX44	Datový kabel Cat. 6A UTP, LSZH	11527 m	19	230 540,00 Kč
			Celkem	664 833,00 Kč

Ceny v tabulce č. 3 jsou uvedeny včetně DPH. Celková úspora po změně stíněné datové kabeláže za nestíněnou datovou kabeláž je na materiálu 51 287 Kč. Oproti tomu stíněná elektrická kabeláž je o 49 730 Kč dražší než nestíněná elektrická kabeláž. V případě materiálu je tedy cenová úspora velmi malá. Protože nestíněný Jack RJ 45 musí dosahovat stejných přenosových parametrů jako stíněný ve stejné kategorii je nezbytné dosáhnout vyšší kvality zpracování pro nestíněný Jack RJ 45 a to se projeví vyšší cenou oproti stíněné variantě. Opravdová úspora se projeví až při ceně za instalaci.

Tabulka č. 4: Porovnání cen za instalaci nestíněné a stíněné datové kabeláže v Kč (Zdroj: Vlastní zpracování dle 13)

Instalace	Popis	Cena bez DPH	Cena s DPH
Stíněná datová kabeláž	Zahrnuje instalaci materiálu do rozvaděčů, konektorování zakončení tras, uzemnění a instalaci datové kabeláže	810 000,00 Kč	980 100,00 Kč
Stíněná elektrická kabeláž	Zahrnuje instalaci kabeláže, zásuvek a uzemnění.	100 000,00 Kč	121 000,00 Kč
Nestíněná datová kabeláž	Zahrnuje instalaci materiálu do rozvaděčů, konektorování zakončení tras, instalaci datové kabeláže	525 000,00 Kč	635 250,00 Kč
Celková úspora		385 000,00 Kč	465 850,00 Kč

Rozdíl v ceně za instalaci stíněné datové kabeláže je 465 850 Kč. Oproti ceně za materiál je cena za instalaci podstatně dražší. Přihlédneme-li i k vyšším nárokům na preciznost instalace a tím pádem i na větší prostor pro lidské selhání, nevyhnutelně dojdeme k závěru že i režijní náklady na provoz stíněného systému datové kabeláže budou nutně vyšší. V případě poruchy může dojít ke ztrátám na straně investora, kterou ovšem nemohu vyčíslit, neboť bude záviset na podnikatelských schopnostech investora a na budoucím vývoji trhu s ubytováním.

Výrobce datové kabeláže a výrobce příslušenství patří na trhu k dražším, ovšem současně i kvalitnějším. Jednotnost při volbě výrobce příslušenství k datové kabeláži jako jsou například konektory, patch panely a patch cordy, přinese větší spolehlivost, čímž sníží náklady na údržbu a náklady spojené s výpadky systému. To stejné platí i pro datovou kabeláž, kdy kvalitnější zpracování přináší lepší přenosové parametry a s tím spojenou spolehlivost přenosu dat.

3.11.1 Rozpočet

Tabulka číslo 2 představuje souhrnnou cenu navrhovaného materiálu rozčleněnou na materiál pro datové rozvaděče, například: rámy rozvaděčů, organizéry, patch panely a další. Další položkou v tabulce číslo 2 je datová kabeláž. Položka obsahuje cenu datové kabeláže horizontální a páteřní sekce. Položka je součtem násobku délky a ceny za metr datové kabeláže. Poslední položka je položka trasy. Obsahuje veškerý materiál pro vedení datové kabeláže (žlaby a elektroinstalační trubky), datové zásuvky a pomocný instalační materiál (vruty, sádra a další).

Počet kusů materiálu tras a vypočítané délky datové kabeláže byly navýšeny o náhradní kusy. U drobného materiálu o 10 %, u středně velkého materiálu o 5 % a největší a nejdražší kusy materiálu jsou napočítány přesně. Žlaby a jejich součásti patří k dražším položkám ovšem je pravděpodobné, že bude třeba některé díly v závislosti na situaci zkracovat a proto byly potřebné kusy navýšeny o 10 % oproti vypočítanému množství. Celý podrobný rozpočet je součástí projektové dokumentace (viz přílohy projektová dokumentace Hotelu Pentagon, kapitola IV – 3 – Materiál ceny, CD).

Tabulka č. 5: Realizační rozpočet – cena materiálu (Vlastní zpracování dle 13)

Materiál	Popis	Cena bez DPH	DPH	Cena s DPH
RACK	Materiál navržený pro datové rozvaděče	763 952,58 Kč	160 430,04 Kč	924 382,62 Kč
Datová kabeláž	Kabeláž horizontální, páteřní i pracovní sekce	261 532,00 Kč	54 921,72 Kč	316 453,72 Kč
Trasy	Příslušenství a materiál tras	743 009,00 Kč	156 031,89 Kč	899 040,89 Kč
	Celkem	1 768 493,58 Kč	371 383,65 Kč	2 139 877,23 Kč

V tabulce číslo 3 jsou uvedeny příslušné ceny za instalaci materiálu. Instalaci datové kabeláže, konektorování, instalace a skládání žlabů pro datovou kabeláž a zapojení datových rozvaděčů.

Tabulka č. 6: Realizační rozpočet – cena instalace (Vlastní zpracování dle 13)

Instalace	Popis	Cena bez DPH	DPH	Cena s DPH
RACK	Materiál navržený pro datové rozvaděče	250 000,00 Kč	52 500,00 Kč	302 500,00 Kč
Datová kabeláž	Kabeláž horizontální, páteřní i pracovní sekce	75 000,00 Kč	15 750,00 Kč	90 750,00 Kč
Trasy	Příslušenství a materiál tras	200 000,00 Kč	42 000,00 Kč	242 000,00 Kč
	Celkem	525 000,00 Kč	110 250,00 Kč	635 250,00 Kč

Celková cena návrhu bez DPH je 2 293 493 Kč. Cena s DPH je 2 775 127 Kč. Vzhledem k velikosti objektu, množství materiálu a požadované kvalitě instalace je cena přiměřená.

3.12 Přínos návrhů

Jedním z přínosů návrhu je úspora investora při realizaci návrhu, tím že jsme změnili nestíněnou elektrickou kabeláž za stíněnou a díky tomu nebylo nutné použití stíněné datové kabeláže. Stíněná datová kabeláž vykazuje vyšší nároky na instalaci, proto by bylo její pořízení a údržba dražší než u nestíněné datové kabeláže. Vyšší náročnost

instalace stíněné datové kabeláže poskytuje větší prostor pro lidské chyby při instalaci, čímž by mohlo dojít k vyšší poruchovosti. Systém s vyšší poruchovostí je vždy náročnější na údržbu a tím pádem i dražší na provoz.

Zvoleným postupem při návrhu řešení jednotného komunikačního systému jsem dle dlouhodobých statistik předešel až 70 % provozních nákladů na udržení sítě v provozu. V případě výpadku i dalším ztrátám (2).

Volbou dražších, ale kvalitnějších výrobců datové kabeláže, a požadavky na instalační firmu dosáhneme lepších přenosových vlastností sítě a menší poruchovosti, což povede k nižším režijním nákladům na provoz celého systému.

ZÁVĚR

Cílem práce bylo navrhnout jednotný komunikační systém pro Hotel Pentagon. Investor si přál spolehlivou a modulární síť, která by zabezpečila komunikaci pro budoucí aplikace. Rozdělení na úrovni aktivních prvků, na 4 oddělené sítě, umožní současné fungování IP kamer, IP telefonie, zámků dveří a připojení k internetu. Toto rozdělení nebude mít vliv na univerzálnost datové kabeláže, protože je fyzicky navržena stejně pro všechny aplikace a rozdělení je provedeno až na úrovni aktivních prvků. Oddělení IP kamer a zámků dveří od ostatních aplikací a současně jedno od druhého přispěje k vyšší bezpečnosti. Požadavky investora byly uspokojeny a cíle práce tak byly splněny. Výsledek bude použit jako zadání pro výběrové řízení na dodavatele.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Typy sítí. PC Sít' [online]. Česká republika, ©2018 [cit. 2019-05-08]. Dostupné z: <http://www.pcsit.estranky.cz/clanky/typy-siti/>
- [2] JORDÁN, Vilém a Viktor ONDRÁK. *Infrastruktura komunikačních systémů I: univerzální kabelážní systémy*. Druhé, rozšířené vydání. Brno: CERM, Akademické nakladatelství, 2015. ISBN 978-80-214-5115-5.
- [3] JORDÁN, Vilém a Viktor ONDRÁK. *Infrastruktura komunikačních systémů II: kritické aplikace*. Brno: CERM, Akademické nakladatelství, 2015. ISBN isbn978-80-214-5240-4.
- [4] ZEŽULKA, František. Průmyslový Ethernet I: Historický úvod. Automata: Časopis pro automatizační techniku [online]. Česká republika, 2007, 2007(1), 41-43 [cit. 2019-05-08]. Dostupné z: http://automa.cz/cz/casopis-clanky/prumyslov-y-ethernet-i-historicky-uvod-2007_01_34298_2430/
- [5] PALATINUS, Lukáš. Topologie sítí. *Banan.cz* [online]. c2019, 24.2.2014 [cit. 2019-04-28]. Dostupné z: <http://blog.banan.cz/Internet/Topologie-siti?mobile=0>
- [6] Ytong: Ytong - stavební materiál [online]. [cit. 2019-04-28]. Dostupné z: <https://www.ytong.cz>
- [7] Belden: Catalog [online]. Belden, ©2019 [cit. 2019-05-08]. Dostupné z: <https://catalog.belden.com>
- [8] Panduit [online]. Německo, ©2019 [cit. 2019-05-07]. Dostupné z: <https://www.panduit.com>
- [9] Česká republika | KOPOS KOLÍN a.s. Česká republika | *KOPOS KOLÍN a.s.* [online]. Dostupné z: <https://www.kopos.cz/cs>
- [10] ABB: ABB katalog [online]. ABB, ©2019 [cit. 2019-05-09]. Dostupné z: <https://nizke-napeti.cz.abb.com/katalog>
- [11] Kassex s.r.o. [online]. Česká republika [cit. 2019-05-08]. Dostupné z: <https://www.kassex.cz/produkt/KR120%2064-18PZ>
- [12] LANCOMAT [online]. Česká republika: LANCOMAT, ©2017 [cit. 2019-05-09]. Dostupné z: <https://www.lancomat.cz>
- [13] SEDLÁK, P. Cena práce a materiálu [ústní sdělení]. Vysoké učení technické v Brně. Kolejní 2906/4, 612 00 Brno-Královo Pole. 29.4.2019.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek č. 1: Schéma topologie Sběrnice (Zdroj: 5).....	14
Obrázek č. 2: Schéma topologie hvězda (Zdroj: 5)	15
Obrázek č. 3: Schéma topologie kruh (Zdroj: 5)	15
Obrázek č. 4: Schéma topologie polynom (Zdroj: 5)	16
Obrázek č. 5: Rozdíl symetrie páru při ohybu mezi svařeným a nesvařeným párem (Zdroj: 11).....	22
Obrázek č. 6: Tvárnice Ytong Statik (Zdroj: 6).....	27
Obrázek č. 7: Optický kabel Belden GIMTD08 (Zdroj: 7)	36
Obrázek č. 8: Metalický datový kabel Belden 10GX24 0091000 (Zdroj: 7)	37
Obrázek č. 9: Konektor RJ45 Cat. 6A UTP klíčovaný Panduit (Zdroj: 8).....	38
Obrázek č. 10: Zářezový díl konektoru RJ45 pro vstup kabelu pod úhlem 45° (Zdroj: 8)	39
Obrázek č. 11: Čelo datové zásuvky ABB Time - bílá (Zdroj: 10).....	40
Obrázek č. 12: Modulární patch panel Panduit CPP24WBL Y (Zdroj: 8).....	41
Obrázek č. 13: Vyvazovací lišta Panduit SPBPBL (Zdroj: 8).....	41
Obrázek č. 14: Závěsný žlab MARS neperforovaný (Zdroj: 9)	42
Obrázek č. 15: Závěsný žlab MARS perforovaný (Zdroj: 9)	43
Obrázek č. 16: Nástěnný 18U rack s násuvným pláštěm (Zdroj: 11).....	45
Obrázek č. 17: Znázornění datového rozvaděče DR-0 v projektové dokumentaci (Zdroj: vlastní zpracování).....	46

SEZNAM TABULEK

Tabulka č. 1: Schéma referenčního OSI modelu s členěním na vrstvy (Zdroj: vlastní zpracování dle 2).....	17
Tabulka č. 2: Ceny stíněného materiálu a kabeláže v Kč (Zdroj: Vlastní zpracování dle 12).....	48
Tabulka č. 3: Ceny nestíněného materiálu a kabeláže v Kč (Zdroj: vlastní zpracování dle 12).....	49
Tabulka č. 4: Porovnání cen za instalaci nestíněné a stíněné datové kabeláže v Kč (Zdroj: Vlastní zpracování).....	49
Tabulka č. 5: Realizační rozpočet – cena materiálu (vlastní tvorba).....	51
Tabulka č. 6: Realizační rozpočet – cena instalace (vlastní tvorba).....	51

SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA Č. 1: PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE HOTELU PENTAGON, CD....CD

PŘÍLOHA Č. 2: VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE HOTELU PENTAGON, CD.....CD